

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-222973

(43)Date of publication of application : 30.08.1996

(51)Int.Cl.

H03F 3/60  
H04B 1/04

(21)Application number : 07-020790

(71)Applicant : HITACHI LTD  
HITACHI TOBU  
SEMICONDUCTOR LTD

(22)Date of filing : 08.02.1995

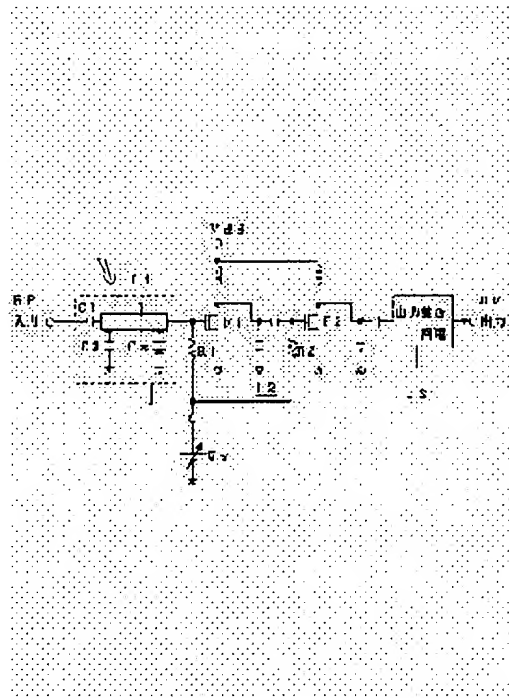
(72)Inventor : ADACHI TETSUAKI

## (54) RF LINEAR POWER AMPLIFIER CIRCUIT AND RADIO COMMUNICATION EQUIPMENT

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To vary an output of the RF linear power amplifier circuit without deterioration in linearity and to improve the isolation characteristic in the non-operating state.

**CONSTITUTION:** An impedance matching circuit 11 is interposed in an input or inter-stage of the RF linear power amplifier circuit, a voltage variable element Cx is interposed in the impedance matching circuit and an output of the power amplifier circuit is controlled variably by a control voltage Vx applied to the voltage variable element Cx. Thus, the input amplitude in a power amplifier section is substantially changed by a change in a reflection loss due to a change in the SWR and the isolation is improved by increasing the SWR in the non-operating state.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention is applied to RF linear power amplification circuit and RF linear power amplification circuit which carries out linear amplification of the radio signal, and outputs it further, about an effective technique, is used for which cellular mobile radio communication equipment, for example, relates to an effective technique.

[0002]

[Description of the Prior Art] In a radio communication equipment and which especially cellular mobile radio equipment, in order to avoid unnecessary electric-wave radiation if possible, it is necessary to carry out adjustable [ of the transmitted power ] according to a communication link situation. Then, RF (RF) linear power amplification circuit which can carry out armature-voltage control of the output is demanded (Nikkei Business Publications publication "the Nikkei electronics April 16, 1990 issue (no.497)" refer to the 121 pages (an automobile and cellular phone)).

[0003] Drawing 6 shows RF linear power amplification circuit examined by this inventions.

[0004] RF linear power amplification circuit shown in this drawing is formed as a hybrid semiconductor integrated circuit equipment \*\*\*\*\* RF power module, and, for an input-impedance matching circuit and 12, the power amplification section and 13 are [ 11 / power-source potential of operation and  $V_x$  of the output-impedance matching circuit 13 and  $V_{dd}$  ] adjustable control voltage.

[0005] The input-impedance matching circuit 11 is formed of the distributed inductance  $L_1$  which consists of fixed capacitative elements  $C_1$ ,  $C_2$ , and  $C_3$  and a stripline, and each circuit constant of  $C_2$ ,  $C_3$ , and  $L_1$  is set up, respectively in order to adjust the impedance between an external input terminal and the power amplification section 12.

[0006] The power amplification section 12 is the amplifying circuit of the multistage method by MOS transistors (MOS mold field-effect transistor)  $F_1$  and  $F_2$ , and carries out linear amplification of the RF input signal inputted through the input-impedance matching circuit 11. The magnification output is taken out by the output terminal through the output-impedance matching circuit 13.

[0007] Here, the bias voltage by control voltage  $V_x$  is impressed to each gate of MOS transistors  $F_1$  and  $F_2$  which form the power amplification section 12 through resistance  $R_1$  and  $R_2$ , respectively. If it carries out adjustable [ of this control voltage  $V_x$  ], as shown in (A) of drawing 7, or (B), the bias point of MOS transistors  $F_1$  and  $F_2$  of operation will change.

[0008] By showing the gate voltage  $V_{gs}$  of MOS transistors  $F_1$  and  $F_2$ , the characteristic curve of the drain current  $I_{ds}$ , and magnification actuation, and changing the bias point of operation on this characteristic curve with control voltage  $V_x$ , drawing 7 can change, as shown in (A) of drawing, or (B), the magnitude, i.e., the output, of the output swing to the input amplitude. In the case of this drawing, (A) shows the condition at the time of high power, and (B) shows the condition at the time of low-power output, respectively.

[0009] In the circuit shown in drawing 6 as mentioned above, output adjustable control of RF linear power amplification circuit by control voltage  $V_x$  can be performed now.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, it was shown clearly by this invention persons for there to be the following problems in the technique mentioned above.

[0011] That is, in RF linear power amplification circuit mentioned above, if the bias point of MOS transistors F1 and F2 of operation is lowered to near the gate threshold and it goes in order to lower an output as shown in (B) of drawing 7, the problem that gate voltage  $V_{gs}$  and the linearity between the drain currents  $I_{ds}$  will get worse rapidly, and an output wave will be distorted greatly will arise.

[0012] Moreover, in this kind of amplifying circuit, the isolation property during I/O tends to become a problem, and the amount of signal leaks to the output from the input especially at the time of un-operating poses a problem.

[0013] The purpose of this invention is to offer the technique in which an improvement of an isolation property also makes possible and makes possible collectively the output adjustable in RF linear power amplification circuit, without being accompanied by aggravation of linearity.

[0014] The other purposes and descriptions will become clear from description and the accompanying drawing of this specification at said row of this invention.

[0015]

[Means for Solving the Problem] It will be as follows if the outline of a typical thing is briefly explained among invention indicated in this application.

[0016] That is, while making an impedance matching circuit placed between the inputs or interstage of RF linear power amplification circuit, adjustable control of the output of the above-mentioned power amplification circuit is carried out with the control voltage which an electrical-potential-difference adjustable component is made to intervene in this impedance matching circuit, and is impressed to this electrical-potential-difference adjustable component.

[0017]

[Function] According to the means mentioned above, by changing the constant of an electrical-potential-difference adjustable component with control voltage, kind \*\*\*\*\* SWR of the reflected wave/progressive wave in an impedance matching circuit can be changed, and the input amplitude in the power amplification section can be substantially changed by change of the reflection loss by change of this SWR. Again. At the time of un-operating, the amount of signal leaks to an output can be reduced by suppressing an input by making SWR high.

[0018] The purpose that an improvement of an isolation property also makes possible and makes possible collectively the output adjustable in RF linear power amplification circuit by this, without being accompanied by aggravation of linearity is attained.

[0019]

[Example] Hereafter, the suitable example of this invention is explained, referring to a drawing. In addition, in drawing, the same sign is taken as the same or the thing which shows a considerable part.

[0020] Drawing 1 shows the 1st example of RF linear power amplification circuit where the technique of this invention was applied.

[0021] RF linear power amplification circuit shown in this drawing is formed as a hybrid semiconductor integrated circuit equipment \*\*\*\*\* RF power module, and, for an input-impedance matching circuit and 12, the power amplification section and 13 are [ 11 / power-source potential of operation and  $V_x$  of the output-impedance matching circuit 13 and  $V_{dd}$  ] adjustable control voltage first.

[0022] The input-impedance matching circuit 11 is pi mold matching circuit formed of the variable capacitance diode  $C_x$  which are the fixed capacitative elements C1 and C2 and an electrical-potential-difference adjustable component, and the distributed inductance L1 which consists of a stripline, and when variable capacitance diode  $C_x$  is predetermined capacity value, each circuit constant of C2 and L1 is set up, respectively that SWR between an input terminal and the power amplification section 12 should be got blocked if possible with the minimum, and impedance matching should be materialized nearly completely.

[0023] The power amplification section 12 is the amplifying circuit of the multistage method by MOS transistors (MOS mold field-effect transistor) F1 and F2, and carries out linear amplification of the RF

input signal inputted through the input-impedance matching circuit 11 from an external input terminal. The magnification output is taken out by the external output terminal through the output-impedance matching circuit 13.

[0024] Control voltage  $V_x$  is given to each gate of MOS transistors F1 and F2 which form the power amplification section 12 as gate bias voltage through resistance R1 and R2, respectively. With this, the control voltage  $V_x$  is given to variable capacitance diode Cx as hard flow bias voltage through resistance R1.

[0025] That is, an adjustable setup of the bias voltage of MOS transistors F1 and F2 and the capacity control voltage of variable capacitance diode Cx is carried out together by the common source of control voltage  $V_x$ .

[0026] Next, actuation is explained.

[0027] Drawing 2 is drawing for giving thing explanation from which the output of the impedance matching circuit 11 changes with control voltage  $V_x$ .

[0028] First, as shown in (A) of this drawing, the capacity value of variable capacitance diode Cx changes with control voltage  $V_x$ . Change of capacity Cx changes SWR in the impedance matching circuit 11 which contains the variable capacitance diode Cx as a circuit element with the above-mentioned control voltage  $V_x$ , as shown in (B) of this drawing. If SWR changes, since the ratio of a reflected wave and a progressive wave will change, the output swing of the progressive wave outputted from a matching circuit 11, i.e., the input amplitude of preceding paragraph MOS transistor F1 of the power amplification section 12, changes. If the input amplitude of the power amplification section 12 changes, even if the magnification gain of the power amplification section 12 does not change, the output swing will change according to change of the input amplitude.

[0029] Even if drawing 3 shows the gate voltage  $V_{gs}$  of MOS transistors F1 and F2, the characteristic curve of the drain current  $I_{ds}$ , and magnification actuation and does not change the bias point of operation on this characteristic curve so much, as shown in (A) of drawing, or (B), it can change a lot by changing that input amplitude by SWR in a matching circuit 11, the magnitude, i.e., the output, of an output swing.

[0030] Although an adjustable setup of the bias voltage of MOS transistors F1 and F2 and the control voltage of variable capacitance diode Cx is carried out together in the circuit of the example shown in drawing 1 by the common source of control voltage  $V_x$ , thereby, the output of the power amplification section 12 changes by both the input amplitude change of F1 by SWR, and magnification gain change with the bias point of F1 and F2 of operation. In this case, when the bias point of F1 and F2 of operation becomes close to a gate threshold and both the magnification gains and input dynamic ranges of the power amplification section 12 become small. If the circuit constant in a matching circuit 11 (C2, L1) is beforehand set up so that SWR may become high and the input amplitude of F1 may also become small. It can carry out adjustable broadly, without carrying out output distortion for the output of the power amplification section 12 to it being also at the change width of face of the comparatively small control voltage  $V_x$  greatly. That is, what is necessary is to set up the fixed circuit constant in a matching circuit 11 (C1, L1) so that SWR may serve as the minimum in [ of operation bias ] that the maximum gain is acquired in this case, and just to make it SWR become high as a bias point of operation separates from the maximum gain point.

[0031] While making the impedance matching circuit 11 placed between the inputs of RF linear power amplification circuit as mentioned above. By making variable capacitance diode Cx intervene in this impedance matching circuit 11, and carrying out adjustable control of the output of the above-mentioned power amplification circuit with the control voltage  $V_x$  impressed to this variable capacitance diode Cx. Kind \*\*\*\*\* SWR of the reflected wave/progressive wave in the impedance matching circuit 11 can be changed. The input amplitude in the power amplification section 12 can be substantially changed by change of the reflection loss by change of this SWR, and thereby, it can perform broadly the output adjustable in RF linear power amplification circuit, without being accompanied by aggravation of linearity.

[0032] Moreover, when an amplifier 12 is made into non-operating state by power off etc., by making

control voltage  $V_x$  into zero, SWR in a matching circuit 11 can be made high, and, thereby, the great portion of input can be intercepted as a reflected wave. Thereby, the amount of signal leaks to the output from an input in case the power amplification section 12 is non-operating state can be reduced sharply. That is, the isolation property of the power amplification section 12 at the time of un-operating is improved sharply.

[0033] Drawing 4 shows the 2nd example of RF linear power amplification circuit where the technique of this invention was applied.

[0034] The attenuator 14 is made to be placed between the input sides of the input-impedance matching circuit 11 in this 2nd example in addition to the configuration of the 1st example mentioned above. Although this attenuator 14 carries out pi mold connection of the non-inductive resistance (or low reactance), by making this attenuator 14 intervene, the reflected wave from the impedance matching circuit 11 can decline, and change of the impedance which this looked at from the external input terminal can be made small.

[0035] Drawing 5 shows the example which applied RF linear power amplification circuit of this invention to mobile wireless radios.

[0036] the wireless radios shown in this drawing -- \*\*\*\*\* of a zone selection method (or cel selection method) -- it can divide into three, the so-called wireless transmitting section which it is constituted as cellular, and the configuration carries out power amplification of the radio signal of predetermined frequency, and carries out space propagation, the wireless receive section which receives alternatively the radio signal by which space propagation was carried out, and gets over, and the control section which controls both actuation.

[0037] A wireless receive section is constituted by the RF amplifier 21, the frequency-conversion section 22, the intermediate frequency amplifier 23, the detection section 24, the recovery section 25, the D/A transducer 26, the low frequency amplifier 27, the earphone (loudspeaker) 28, etc., after it does AGC magnification of the RF input signal inputted through a splitter 102 from an antenna 101, detects and processes [ recovery ] and performs signal regeneration.

[0038] After the wireless transmitting section is constituted by the baseband unit 32 including functions, such as a telephone transmitter (microphone) 31, coding, and a modulation, the frequency conversion section (rise barter) 33, RF linear power amplification circuit 34, etc. and encodes [ digital-] and processes [ modulation-] the transmission signal from a telephone transmitter 31, it is changed and amplified to the radio signal of predetermined frequency, and supplies electric power to an antenna 101 through a splitter 102.

[0039] A control section is constituted by the console section 44, A/D converter 45, D/A converters 46 and 47, etc. including the function of the programmable frequency synthesis unit 41 which generates a local oscillation frequency, the received field strength detector (RSSI) 42, the logic control unit 43 by the microprocessor, a display, and actuation, and performs various control, such as selection of a base station based on received field strength.

[0040] Here, the circuit of this invention as showed RF linear power amplification circuit 34 to drawing 1 or drawing 4 is used, and an adjustable setup of the power amplification output is carried out at an optimum state based on the received field strength detected in the received field strength detector (RSSI) 42.

[0041] As mentioned above, although invention made by this invention person was concretely explained based on the example, it cannot be overemphasized that it can change variously in the range which this invention is not limited to the above-mentioned example, and does not deviate from the summary.

[0042] For example, you may make it give control voltage  $V_x$  only to variable capacitance diode  $C_x$ . Moreover, an impedance matching circuit may be made to be placed between the interstage of the power amplification section 12.

[0043] Although the above explanation explained the case where invention made by this invention person was mainly applied to the wireless transmitting section which is a field of the invention used as the background, it is not limited to it and can apply also to the adjustable gain RF amplifying circuit in the general application which includes a wire communication paying attention to an isolation property

being improved.

[0044]

[Effect of the Invention] It will be as follows if the outline of a typical thing is briefly explained among invention indicated in this application.

[0045] That is, the output adjustable in RF linear power amplification circuit is made possible, without being accompanied by aggravation of linearity, and the effectiveness that an isolation property is also further improvable is acquired.

---

[Translation done.]

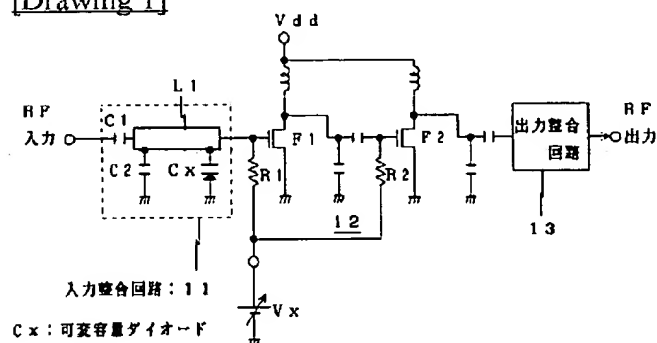
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

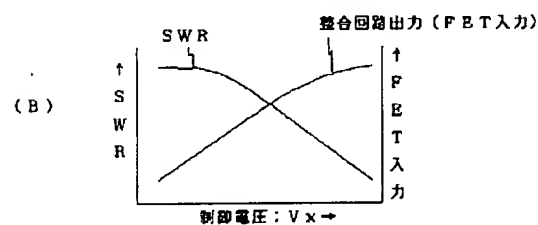
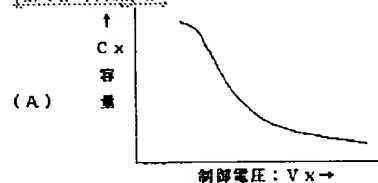
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]

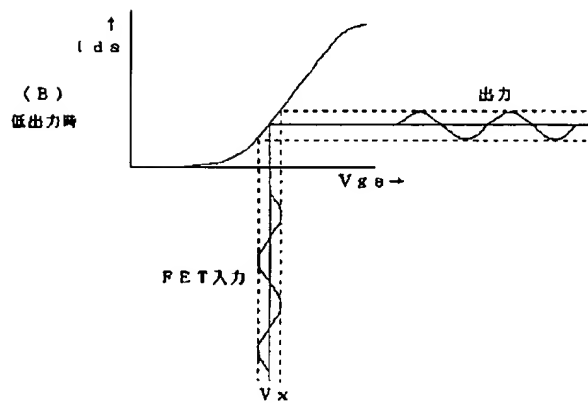
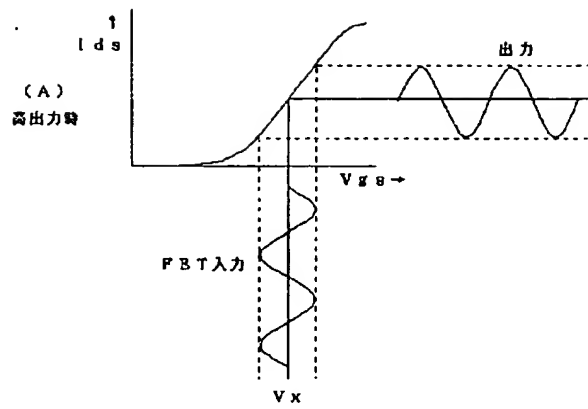


[Drawing 2]

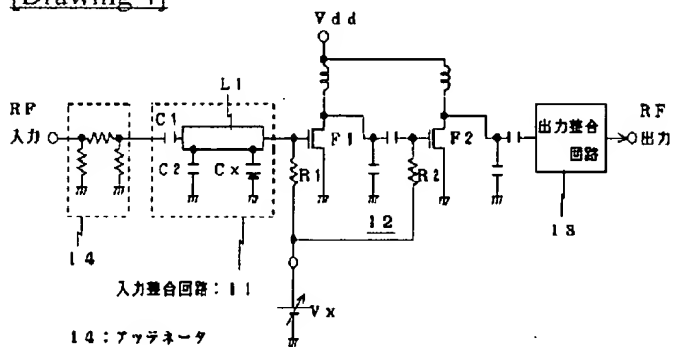


[Drawing 3]

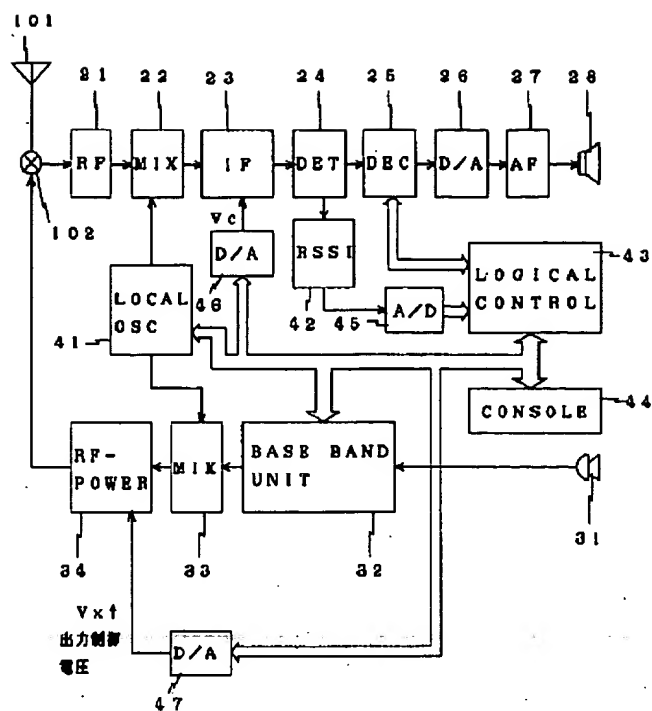




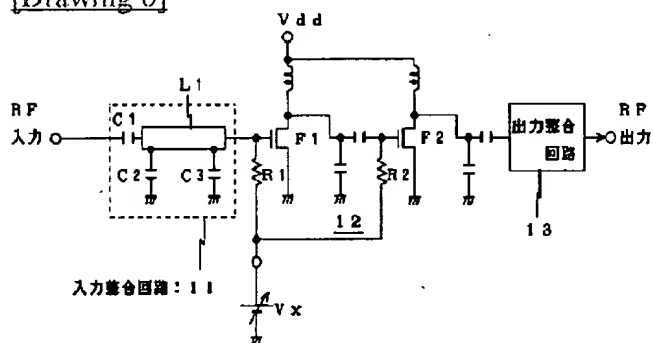
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 7]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

**[Drawing 1]** The circuit diagram showing the 1st example of RF linear power amplification circuit where the technique of this invention was applied

**[Drawing 2]** Drawing for giving thing explanation from which the output of an impedance matching circuit changes with control voltage

**[Drawing 3]** Drawing showing the gate voltage of an MOS transistor, the characteristic curve of a drain current, and magnification actuation

**[Drawing 4]** The 2nd example of RF linear power amplification circuit where the technique of this invention was applied is shown.

**[Drawing 5]** The block diagram showing the example which applied RF linear power amplification circuit of this invention to mobile wireless radios

**[Drawing 6]** The circuit diagram showing the outline of the conventional RF linear power amplification circuit

**[Drawing 7]** Drawing showing the gate voltage of an MOS transistor, the characteristic curve of a drain current, and magnification actuation

**[Description of Notations]**

11 Input-Impedance Matching Circuit

12 Power Amplification Section

13 Output-Impedance Matching Circuit 13

Vdd Power-source potential of operation

Vx Control voltage

C1, C2 Fixed capacitive element

Cx Variable capacitance diode as an electrical-potential-difference adjustable component

L1 Distributed inductance L1

F1, F2 MOS transistor (field-effect transistor)

R1, R2 Resistance

21 RF Amplifier

22 Frequency-Conversion Section

23 Intermediate Frequency Amplifier

24 Detection Section

25 Recovery Section

26 D/A Transducer

27 Low Frequency Amplifier

28 Earphone (Loudspeaker)

101 Antenna

102 Splitter

31 Telephone Transmitter (Microphone)

32 Baseband Unit

- 33 Frequency Conversion Section (Rise Barter)
- 34 RF Linear Power Amplification Circuit
- 41 Programmable Frequency Synthesis Unit
- 42 Received Field Strength Detector (RSSI)
- 43 Logic Control Unit
- 44 Console Section
- 45 A/D Converter
- 46 47 D/A converter

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-222973

(43)公開日 平成8年(1996)8月30日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 F 3/60			H 0 3 F 3/60	
H 0 4 B 1/04			H 0 4 B 1/04	E

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平7-20790

(22)出願日 平成7年(1995)2月8日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 000233527

日立東部セミコンダクタ株式会社

埼玉県入間郡毛呂山町大字旭台15番地

(72)発明者 安達 徹朗

埼玉県入間郡毛呂山町大字旭台15番地 日

立東部セミコンダクタ株式会社内

(74)代理人 弁理士 大日方 富雄

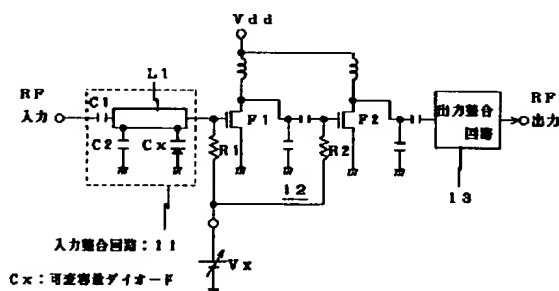
(54)【発明の名称】 RFリニア電力増幅回路および無線通信装置

(57)【要約】

【目的】 RFリニア電力増幅回路における出力可変を直線性の悪化を伴うことなく可能にし、併せて非動作時のアイソレーション特性も改善する。

【構成】 RFリニア電力増幅回路の入力または段間にインピーダンス整合回路を介在させるとともに、このインピーダンス整合回路内に電圧可変素子を介在させ、この電圧可変素子に印加される制御電圧によって上記電力増幅回路の出力を可変制御させる。

【効果】 SWRの変化による反射損失の変化によって電力増幅部での入力振幅を実質的に変化させることができ、非動作時はSWRを高くすることでアイソレーションを向上させることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 高周波入力信号を直線増幅して出力するRFリニア電力増幅回路であって、その電力増幅回路の入力または段間にインピーダンス整合回路を介在させるとともに、このインピーダンス整合回路内に電圧可変素子を介在させ、この電圧可変素子に印加される制御電圧によって上記電力増幅回路の出力を可変制御させるようにしたことを特徴とするRFリニア電力増幅回路。

【請求項2】 電圧可変素子は可変容量ダイオードであることを特徴とする請求項1に記載のRFリニア電力増幅回路。

【請求項3】 電力増幅回路は増幅素子として電界効果トランジスタを用いて構成されていることを特徴とする請求項1または2に記載のRFリニア電力増幅回路。

【請求項4】 電力増幅回路は増幅素子として電界効果トランジスタを用いた多段増幅回路であることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載のRFリニア電力増幅回路。

【請求項5】 電力増幅回路は増幅素子としてMOSTランジスタを用いて構成され、このMOSTランジスタのバイアス電圧と電圧可変素子の制御電圧を共通の制御電圧源によって一緒に可変設定することにより上記電力増幅回路の出力を可変制御させることを特徴とする請求項請求項1から4のいずれかに記載のRFリニア電力増幅回路。

【請求項6】 インピーダンス整合回路は $\pi$ 型整合回路であることを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載のRFリニア電力増幅回路。

【請求項7】 電力増幅回路の入力にインピーダンス整合回路を介在させるとともに、このインピーダンス整合回路の入力側にアッテネータを介在させたことを特徴とする請求項1から6のいずれかに記載のRFリニア電力増幅回路。

【請求項8】 所定周波数の無線信号を電力増幅して空間伝播させる無線送信部と、空間伝播された無線信号を選択的に受信して復調する無線受信部とを有する無線通信装置であって、上記無線送信部は、入力または段間に介在するインピーダンス整合回路内の電圧可変素子に印加される制御電圧によって増幅出力が可変されるように構成されたRFリニア電力増幅回路を有することを特徴とする無線通信装置。

【請求項9】 所定周波数の無線信号を電力増幅して空間伝播させる無線送信部と、空間伝播された無線信号を選択的に受信して復調する無線受信部と、この無線受信部での受信電界強度に基づいて上記無線送信部での送信出力を可変する制御手段とを備えた無線通信装置であって、上記無線送信部は、入力または段間に介在するインピーダンス整合回路内の電圧可変素子に印加される制御電圧によって増幅出力が可変されるように構成されたRFリニア電力増幅回路を有するとともに、上記制御電圧

を上記受信電界強度に基づいて可変設定させるようにしたことを特徴とする無線通信装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、RFリニア電力増幅回路、さらには無線信号を直線増幅して出力するRFリニア電力増幅回路に適用して有効な技術に関するものであって、たとえばセルラーなどの移動体無線通信装置に利用して有効な技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】無線通信装置、とくにセルラーなどの移動体無線装置では、不要な電波輻射をできるだけ避けるために、その送信電力を通信状況に応じて可変させることが必要となる。そこで、出力を電圧制御することが可能なRF（高周波）リニア電力増幅回路が要求されている（日経BP社刊行「日経エレクトロニクス 1990年4月16日号（no. 497）」121ページ（自動車・携帯電話）を参照）。

【0003】図6は、本発明らによって検討されたRFリニア電力増幅回路を示す。

【0004】同図に示すRFリニア電力増幅回路は混成半導体集積回路装置いわゆるRFパワーモジュールとして形成されたものであって、11は入力インピーダンス整合回路、12は電力増幅部、13は出力インピーダンス整合回路13、V<sub>dd</sub>は動作電源電位、V<sub>x</sub>は可変制御電圧である。

【0005】入力インピーダンス整合回路11は、固定容量素子C1、C2、C3とストリップラインからなる分布インダクタンスL1により形成され、外部入力端子と電力増幅部12との間のインピーダンスを整合させるべく、C2、C3、L1の各回路定数がそれぞれ設定されている。

【0006】電力増幅部12は、MOSTランジスタ（MOS型電界効果トランジスタ）F1、F2による多段方式の増幅回路であって、入力インピーダンス整合回路11を介して入力される高周波入力信号を直線増幅する。その増幅出力は、出力インピーダンス整合回路13を介して出力端子に取り出される。

【0007】ここで、電力増幅部12を形成するMOSTランジスタF1、F2の各ゲートにはそれぞれ、抵抗R1、R2を介して制御電圧V<sub>x</sub>によるバイアス電圧が印加されるようになっている。この制御電圧V<sub>x</sub>を可変すると、図7の（A）または（B）に示すように、MOSTランジスタF1、F2の動作バイアス点が変化する。

【0008】図7はMOSTランジスタF1、F2のゲート電圧V<sub>gs</sub>とドレイン電流I<sub>ds</sub>の特性曲線と増幅動作を示したものであって、この特性曲線上での動作バイアス点を制御電圧V<sub>x</sub>によって変化させることにより、図の（A）または（B）のように、入力振幅に対す

る出力振幅の大きさをなわち出力を変化させることができる。同図の場合、(A)は高出力時の状態、(B)は低出力時の状態をそれぞれ示す。

【0009】以上のようにして、図6に示した回路では、制御電圧 $V_x$ によるRFリニア電力増幅回路の出力可変制御を行うことができるようになっている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した技術には、次のような問題のあることが本発明者らによってあきらかとされた。

【0011】すなわち、上述したRFリニア電力増幅回路では、図7の(B)に示すように、出力を下げるためにMOSTランジスタ $F_1$ 、 $F_2$ の動作バイアス点をゲートしきい値近くまで下げて行くと、ゲート電圧 $V_{gs}$ とドレイン電流 $I_{ds}$ 間の直線性が急激に悪化して出力波形が大きく歪んでしまう、という問題が生じる。

【0012】また、この種の増幅回路では入出力間のアイソレーション特性が問題になりやすく、とくに非動作時における入力から出力への信号リーク量が問題となる。

【0013】本発明の目的は、RFリニア電力増幅回路における出力可変を直線性の悪化を伴うことなく可能にし、併せてアイソレーション特性の改善も可能にする、という技術を提供することにある。

【0014】本発明の前記ならびにそのほかの目的と特徴は、本明細書の記述および添付図面からあきらかになるであろう。

【0015】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、  
30 下記のとおりである。

【0016】すなわち、RFリニア電力増幅回路の入力または段間にインピーダンス整合回路を介在させるとともに、このインピーダンス整合回路内に電圧可変素子を介在させ、この電圧可変素子に印加される制御電圧によって上記電力増幅回路の出力を可変制御させる、というものである。

【0017】

【作用】上述した手段によれば、制御電圧によって電圧可変素子の定数を変化させることにより、インピーダンス整合回路における反射波/進行波の比いわゆるSWRを変化させることができ、このSWRの変化による反射損失の変化によって電力増幅部での入力振幅を実質的に変化させることができる。また、非動作時には、SWRを高くすることで入力を抑えることにより、出力への信号リーク量を減らすことができる。

【0018】これにより、RFリニア電力増幅回路における出力可変を直線性の悪化を伴うことなく可能にし、併せてアイソレーション特性の改善も可能にする、という目的が達成される。

【0019】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例を図面を参照しながら説明する。なお、図において、同一符号は同一あるいは相当部分を示すものとする。

【0020】図1は本発明の技術が適用されたRFリニア電力増幅回路の第1の実施例を示す。

【0021】同図に示すRFリニア電力増幅回路は混成半導体集積回路装置いわゆるRFパワーモジュールとして形成されたものであって、まず、11は入力インピーダンス整合回路、12は電力増幅部、13は出力インピーダンス整合回路13、 $V_{dd}$ は動作電源電位、 $V_x$ は可変制御電圧である。

【0022】入力インピーダンス整合回路11は、固定容量素子 $C_1$ 、 $C_2$ 、電圧可変素子である可変容量ダイオード $C_x$ 、およびストリップラインからなる分布インダクタンス $L_1$ により形成される $\pi$ 型整合回路であって、可変容量ダイオード $C_x$ が所定の容量値のときに、  
20 入力端子と電力増幅部12との間のSWRが最低となるべく、つまりインピーダンス整合がほぼ完全に成立すべく、 $C_2$ と $L_1$ の各回路定数がそれぞれ設定されている。

【0023】電力増幅部12は、MOSTランジスタ(MOS型電界効果トランジスタ) $F_1$ 、 $F_2$ による多段方式の増幅回路であって、外部入力端子から入力インピーダンス整合回路11を介して入力される高周波入力信号を直線増幅する。その増幅出力は、出力インピーダンス整合回路13を介して外部出力端子に取り出される。

【0024】制御電圧 $V_x$ は、抵抗 $R_1$ 、 $R_2$ を介して、電力増幅部12を形成するMOSTランジスタ $F_1$ 、 $F_2$ の各ゲートにそれぞれゲート・バイアス電圧として与えられるようになっている。これとともに、その制御電圧 $V_x$ は、抵抗 $R_1$ を介して、可変容量ダイオード $C_x$ に逆方向バイアス電圧として与えられるようになっている。

【0025】つまり、MOSTランジスタ $F_1$ 、 $F_2$ のバイアス電圧と可変容量ダイオード $C_x$ の容量制御電圧は、共通の制御電圧 $V_x$ 源によって一緒に可変設定されるようになっている。

40 【0026】次に、動作について説明する。

【0027】図2は制御電圧 $V_x$ によってインピーダンス整合回路11の出力が変化すること説明するための図である。

【0028】まず、同図の(A)に示すように、可変容量ダイオード $C_x$ の容量値は制御電圧 $V_x$ によって変化する。容量 $C_x$ が変化すると、同図の(B)に示すように、その可変容量ダイオード $C_x$ を回路要素として含むインピーダンス整合回路11におけるSWRが、上記制御電圧 $V_x$ によって変化する。SWRが変化すると、反  
50 射波と進行波の比が変化するので、整合回路11から出

力される進行波の出力振幅すなわち電力増幅部12の前端MOSTランジスタF1の入力振幅が変化する。電力増幅部12の入力振幅が変化するれば、その電力増幅部12の増幅利得が変化しなくても、その入力振幅の変化に応じてその出力振幅が変化する。

【0029】図3はMOSTランジスタF1、F2のゲート電圧 $V_{gs}$ とドレイン電流 $I_{ds}$ の特性曲線と増幅動作を示したものであって、この特性曲線上での動作バイアス点をそれほど変化させなくても、その入力振幅を整合回路11でのSWRによって変化させることで、図の(A)または(B)のように、出力振幅の大きさを

すなわち出力を大きく変化させることができる。  
【0030】図1に示した実施例の回路では、MOSTランジスタF1、F2のバイアス電圧と可変容量ダイオードCxの制御電圧とが、共通の制御電圧 $V_x$ 源によって一緒に可変設定されるようになっていて、これにより、電力増幅部12の出力は、SWRによるF1の入力振幅変化とF1、F2の動作バイアス点による増幅利得変化の両方によって変化する。この場合、F1、F2の動作バイアス点がゲートしきい値に近くなって電力増幅部12の増幅利得および入力ダイナミックレンジが共に小さくなるときに、SWRが高くなってF1の入力振幅も小さくなるように、整合回路11内の回路定数(C2、L1)をあらかじめ設定しておけば、比較的小さな制御電圧 $V_x$ の変化幅でもって、電力増幅部12の出力を、出力歪を大きくすることなく、広範囲に可変することができる。つまり、この場合は、最大利得が得られるような動作バイアス点でSWRが最低となるように整合回路11内の固定回路定数(C1、L1)を設定して、動作バイアス点が最大利得点から離れるにしたがってSWRが高くなるようにすればよい。

【0031】以上のようにして、RFリニア電力増幅回路の入力にインピーダンス整合回路11を介在させるとともに、このインピーダンス整合回路11内に可変容量ダイオードCxを介在させ、この可変容量ダイオードCxに印加される制御電圧 $V_x$ によって上記電力増幅回路の出力を可変制御させることにより、インピーダンス整合回路11における反射波/進行波の比いわゆるSWRを変化させることができ、このSWRの変化による反射損失の変化によって電力増幅部12での入力振幅を実質的に変化させることができ、これにより、RFリニア電力増幅回路における出力可変を直線性の悪化を伴うことなく広範囲に行うことができる。

【0032】また、増幅部12を電源断などにより非動作状態にした場合は、制御電圧 $V_x$ をゼロにすることで、整合回路11でのSWRを高くすることができ、これにより入力的大部分を反射波として遮断することができる。これにより、電力増幅部12が非動作状態のときの入力から出力への信号リーク量を大幅に減らすことができる。つまり、非動作時における電力増幅部12のA

イソレーション特性が大幅に改善される。

【0033】図4は本発明の技術が適用されたRFリニア電力増幅回路の第2実施例を示す。

【0034】この第2の実施例では、上述した第1の実施例の構成に加えて、入力インピーダンス整合回路11の入力側にアッテネータ14を介在させてある。このアッテネータ14は無誘導抵抗(または低誘導抵抗)を $\pi$ 型結線したものであるが、このアッテネータ14を介在させることで、インピーダンス整合回路11からの反射波が減衰され、これにより外部入力端子から見たインピーダンスの変化を小さくすることができる。

【0035】図5は本発明のRFリニア電力増幅回路を移動体無線通信機に適用した実施例を示す。

【0036】同図に示す無線通信機はゾーン選択方式(またはセル選択方式)の携帯無線電話機いわゆるセルラーとして構成されたものであって、その構成は、所定周波数の無線信号を電力増幅して空間伝播させる無線送信部、空間伝播された無線信号を選択的に受信して復調する無線受信部、両者の動作を制御する制御部の3つに分けることができる。

【0037】無線受信部は、高周波増幅部21、周波数変換部22、中間周波増幅部23、検波部24、復調部25、D/A変換部26、低周波アンプ27、および受話器(スピーカ)28などによって構成され、アンテナ101から分波器102を介して入力される高周波受信信号をAGC増幅した後、検波および復調処理して信号再生を行う。

【0038】無線送信部は、送話器(マイクロホン)31、符号化および変調等の機能を含むベースバンド・ユニット32、周波数変換部(アップバータ)33、およびRFリニア電力増幅回路34などによって構成され、送話器31からの送話信号をデジタル符号化および変調処理した後、所定周波数の無線信号に変換および増幅し、分波器102を介してアンテナ101へ給電する。

【0039】制御部は、局部発振周波数を生成するプログラマブル周波数合成ユニット41、受信電界強度検出回路(RSSI)42、マイクロプロセッサによる論理制御ユニット43、表示および操作の機能を含むコントロール部44、A/D変換器45およびD/A変換器46、47などによって構成され、受信電界強度に基づく基地局の選択などの各種制御を行う。

【0040】ここで、RFリニア電力増幅回路34は、図1または図4に示したような本発明の回路が使用され、その電力増幅出力は、受信電界強度検出回路(RSSI)42にて検出される受信電界強度に基づいて、最適状態に可変設定されるようになっている。

【0041】以上、本発明者によってなされた発明を実施例にもとづき具体的に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。



【0042】たとえば、制御電圧 $V_x$ は可変容量ダイオード $C_x$ だけに与えるようにしても良い。また、インピーダンス整合回路は電力増幅部12の段間に介在させても良い。

【0043】以上の説明では主として、本発明者によってなされた発明をその背景となった利用分野である無線送信部に適用した場合について説明したが、それに限定されるものではなく、たとえばアイソレーション特性が改善されることに着目して有線通信を含む一般用途での可変利得高周波増幅回路にも適用できる。

【0044】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

【0045】すなわち、RFリニア電力増幅回路における出力可変を直線性の悪化を伴うことなく可能にし、さらにアイソレーション特性も改善することができる、という効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の技術が適用されたRFリニア電力増幅回路の第1の実施例を示す回路図

【図2】制御電圧によってインピーダンス整合回路の出力が変化すること説明するための図

【図3】MOSトランジスタのゲート電圧とドレイン電流の特性曲線と増幅動作を示す図

【図4】本発明の技術が適用されたRFリニア電力増幅回路の第2実施例を示す。

【図5】本発明のRFリニア電力増幅回路を移動体無線通信機に適用した実施例を示すブロック図

【図6】従来のRFリニア電力増幅回路の概要を示す回路図

【図7】MOSトランジスタのゲート電圧とドレイン電流の特性曲線と増幅動作を示す図

【符号の説明】

11 入力インピーダンス整合回路

12 電力増幅部

13 出力インピーダンス整合回路

Vdd 動作電源電位

$V_x$  制御電圧

C1, C2 固定容量素子

$C_x$  電圧可変素子としての可変容量ダイオード

L1 分布インダクタンス

10 F1, F2 MOSトランジスタ(電界効果トランジスタ)

R1, R2 抵抗

21 高周波増幅部

22 周波数変換部

23 中間周波増幅部

24 検波部

25 復調部

26 D/A変換部

27 低周波アンプ

28 受話器(スピーカ)

101 アンテナ

102 分波器

31 送話器(マイクロホン)

32 ベースバンド・ユニット

33 周波数変換部(アップバタ)

34 RFリニア電力増幅回路

41 プログラマブル周波数合成ユニット

42 受信電界強度検出回路(RSSI)

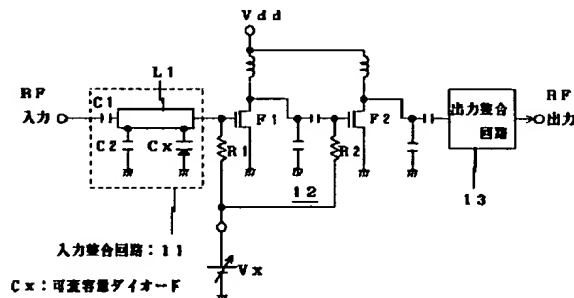
43 論理制御ユニット

44 コンソール部

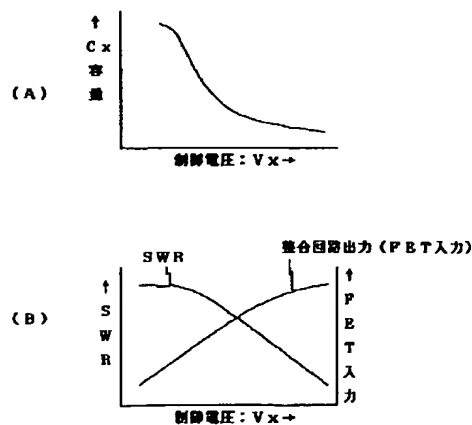
45 A/D変換器

46, 47 D/A変換器

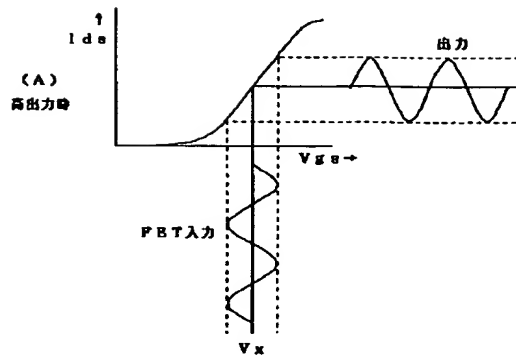
【図1】



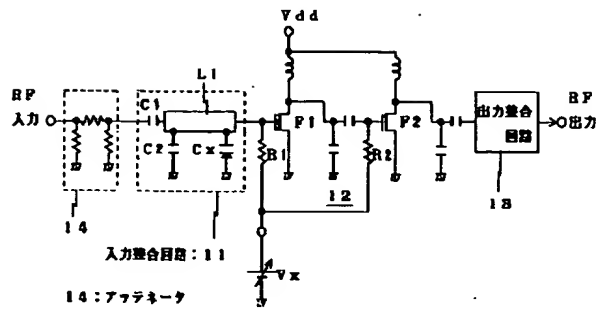
【図2】



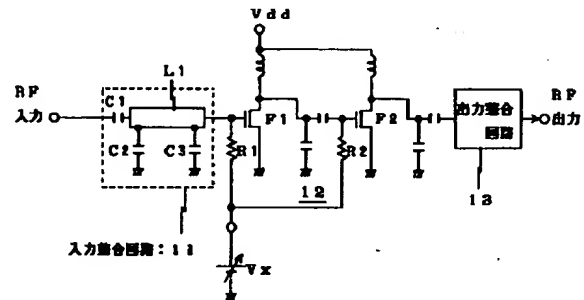
【図3】



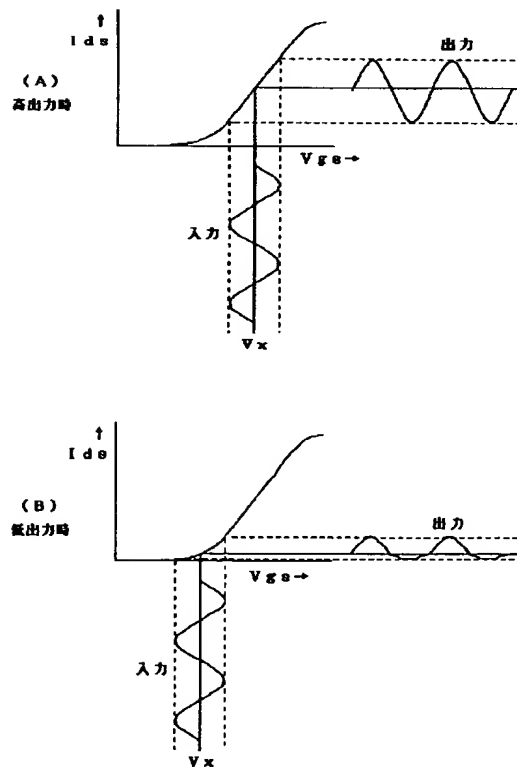
【図4】



【図6】



【図7】



【図5】

